

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-274854  
(P2000-274854A)

(43)公開日 平成12年10月6日 (2000.10.6)

(51)Int.Cl.7

F 25 B 9/14  
F 16 J 10/00

識別記号

520

F I

F 25 B 9/14  
F 16 J 10/00

テマコード\* (参考)

520 F 3 J 044  
Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平11-84349

(22)出願日 平成11年3月26日 (1999.3.26)

(71)出願人 000109325

ツインバード工業株式会社  
新潟県西蒲原郡吉田町大字西太田字潟向  
2084番地2

(72)発明者 鈴木 賢太郎

新潟県西蒲原郡吉田町大字西太田字潟向  
2084番地2 ツインバード工業株式会社内

(72)発明者 浦澤 秀人

新潟県西蒲原郡吉田町大字西太田字潟向  
2084番地2 ツインバード工業株式会社内

(74)代理人 100080089

弁理士 牛木 譲

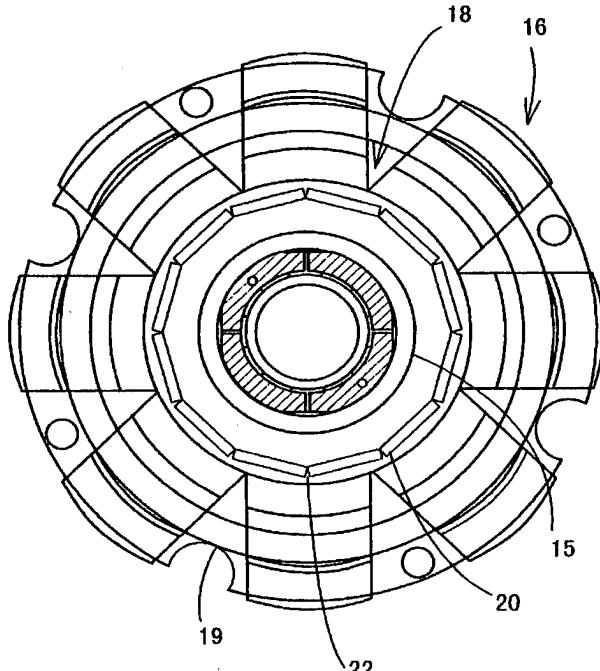
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 スターリングサイクル機関

(57)【要約】

【課題】 安価な構造でピストンの回転を防止し、振動や騒音が少なく、効率の良いスターリングサイクル機関を提供する。

【解決手段】 複数の平板形状の永久磁石20をピストン15を囲むように配列させて磁石群18を構成する。永久磁石20の側端面間に間隙22を形成する。磁石群18の外周に電磁コイル19を巻装し、電磁コイル19に交流電流を流して交番磁界を発生させて磁石群18を軸方向に移動させ、この力によってピストン15を軸方向に往復運動させる。前記間隙22により、電磁コイル19と永久磁石20とで合成される磁界の強さに粗密が生じる。このため永久磁石20は円周方向に回転しようとせずに、磁界の強い位置において軸方向にのみ往復運動するように力が働くので、ピストン15もまた軸方向の往復運動のみをする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ピストンと、このピストンを軸方向に往復駆動する駆動機構と、前記ピストンの往復運動に従動して軸方向に往復運動するディスプレイサーによりなり、前記駆動機構が、前記ピストンに固定されると共に筒状に形成された枠と、この枠の一端部に配列した磁石群と、この磁石群の外周側に近接して設けたコイルとで構成され、更に前記磁石群が、前記ピストンを囲むように板状の永久磁石を配列することで構成されると共に、これらの永久磁石間に磁界の弱くなる部分を形成したことを特徴とするスターリングサイクル機関。

【請求項2】 前記磁石群が、前記複数の永久磁石の側端面の一部を接合させて筒状に配列することで構成されていることを特徴とする請求項1記載のスターリングサイクル機関。

【請求項3】 前記磁石群が、前記複数の永久磁石同士を間隔を置いて筒状に配列することで構成されていることを特徴とする請求項1記載のスターリングサイクル機関。

【請求項4】 少なくとも前記永久磁石の外周面が平面に形成されていることを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載のスターリングサイクル機関。

【請求項5】 前記ピストンが渦巻状の板バネ等に連結されていることを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載のスターリングサイクル機関。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、冷却装置などに用いられるスターリングサイクル機関に関し、特にそのピストンの駆動機構に関するものである。

## 【0002】

【発明が解決しようとする課題】 従来この種のスターリングサイクル機関として、例えば本出願人は特願平11-67510号を出願している。この出願に係るスターリングサイクル機関は、永久磁石と電磁コイルによつていわゆるリニアモーターを構成し、このリニアモーターによってピストンを軸方向に往復運動させるようにしたものである。そして、圧縮室及び膨張室を形成するディスプレーサーが前記ピストンに従動して往復運動するが、このディスプレーサーの振幅を制御するためのロッド及びピストンには、渦巻状の板バネ等が連結されている。

【0003】 しかしながらこれらのスターリングサイクル機関においては、上記バネの構造上の理由から駆動中にピストンが軸を中心に回動してしまい、振動や騒音を発生させるという問題があった。これは、ピストンの直線往復運動に伴つて渦巻状の板バネが変形する際、ピストンの軸方向を基準として、中央部と縁部の角度が僅かに変化してしまつたため、この角度の変化が繰り返されることでピストンを回転運動させる力が加わるためであ

る。そして、駆動力の一部がこの振動によって損失するため、エネルギー効率も低くなつてしまつた。

【0004】 本発明は以上の問題点を解決し、安価な構造でピストンの回動を防止し、振動や騒音が少なく、効率の良いスターリングサイクル機関を提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明のスターリングサイクル機関は、ピストンと、このピストンを軸方向に往復駆動する駆動機構と、前記ピストンの往復運動に従動して軸方向に往復運動するディスプレイサーによりなり、前記駆動機構が、前記ピストンに固定されると共に筒状に形成された枠と、この枠の一端部に配列した磁石群と、この磁石群の外周側に近接して設けたコイルとで構成され、更に前記磁石群が、前記ピストンを囲むように板状の永久磁石を配列することで構成されると共に、これらの永久磁石間に磁界の弱くなる部分を形成したものである。

【0006】 本発明は以上のように構成することにより、コイルに交番電流を印加すると、コイルと永久磁石とで合成される磁界の強さに粗密が生じ、このため永久磁石は円周方向に回動しようとせずに、磁界の強い位置において軸方向にのみ往復運動するように力が働くので、ピストンもまた軸方向の往復運動のみをする。

【0007】 また、本発明のスターリングサイクル機関は、請求項1において、前記磁石群が、前記複数の永久磁石の側端面の一部を接合させて筒状に配列することで構成されているものである。

【0008】 本発明は以上のように構成することにより、永久磁石を配列して磁石群を構成したときに、永久磁石同士の接合部近傍においてコイルとの間で合成された磁界が弱くなるので、磁石群、ひいてはピストンが円周方向の回動をせずに軸方向の往復運動のみをする。

【0009】 また、本発明のスターリングサイクル機関は、請求項1において、前記磁石群が、前記複数の永久磁石同士を間隔を置いて筒状に配列することで構成されているものである。

【0010】 本発明は以上のように構成することにより、永久磁石を配列して磁石群を構成したときに、永久磁石同士の間隙部近傍において磁界が弱くなるので、磁石群、ひいてはピストンが円周方向の回動をせずに軸方向の往復運動のみをする。

【0011】 更に本発明のスターリングサイクル機関は、請求項1から3のいずれかにおいて、少なくとも前記永久磁石の外周面が平面に形成されているものである。

【0012】 本発明は以上のように構成することにより、磁石群を安価に構成できるばかりでなく、永久磁石間のみならず、永久磁石自身とコイルとの間でも磁界に粗密が生じるため、より一層磁石群、ひいてはピストン

が回動しにくくなる。

【0013】更に本発明のスターリングサイクル機関は、請求項1から4のいずれかにおいて、前記ピストンが渦巻状の板バネ等に連結されているものである。

【0014】このようにピストンがこのような渦巻状の板バネ等に連結されている場合、往復動する際に軸に対して回転運動する方向の分力を生ずるため、ピストンの直線往復運動に伴ってこのピストンを回転運動させる力が加わりやすいが、前述のように磁界によりピストンの回動が防止される。

### 【0015】

【発明の実施形態】以下、本発明の実施の形態について、図1乃至図3に基づいて説明する。同図において、1はシリンダ部2と胴部3とで構成される装置本体であり、前記シリンダ部2は、アルミニウムなどからなる基部4とステンレス鋼などからなる中間部5と銅などからなる先端部6とで構成されている。

【0016】前記シリンダ部2の内部には、前記胴部3まで伸びる内部シリンダ7が設けられ、この内部シリンダ7には、ディスプレイサー8が軸方向に摺動可能に収容されている。また、内部シリンダ7の先端と先端部6の間には膨張室Eが形成されており、隙間9によって内部シリンダ7の内外が連通されている。また、中間部5において内部シリンダ7の外周に再生器10が設けられていると共に、前記基部4において内部シリンダ7の内外を連通する連通孔11が形成されている。また、内部シリンダ7の先端外周には、吸熱フィン12が設けられ、再生器10と連通孔11の間において、内部シリンダ7の外周に放熱フィン13が設けられている。そして、内部シリンダ7の内部先端から隙間9、吸熱フィン12、再生器10、放熱フィン13、連通孔11を通って内部シリンダ7内の圧縮室Cに至る経路が形成されている。

【0017】前記基部4の外周には、外部放熱フィン14が取り付けられている。また、胴部3内において、内部シリンダ7内には、ピストン15が軸方向に摺動可能に収容されている。このピストン15の基端部は、駆動機構16に同軸的に連結されている。

【0018】駆動機構16は、前記ピストン15に同軸に固定されると共に短筒状に形成された枠17と、この枠17の一端に接着等によって固定された磁石群18と、この磁石群18の外周に近接して設けられた環状の電磁コイル19とで構成されている。前記磁石群18は、図2に示すように、平板形状に形成された複数の永久磁石20を、ピストン15を閉むように略筒状に配置して構成されている。この永久磁石20は希土類、鉄、ほう素系永久磁石などからなり、焼結によって成型されている。

【0019】前述のように各永久磁石20は平板形状になっており、また、隣り合う永久磁石20同士がそれぞれ等しい角度(本実施例では150度)で接合されているので、磁石群18は、軸方向から見て正多角形(本実施例で

は正十二角形)の略筒状をなしている。また、各永久磁石20は、ピストン15の軸方向と直交する断面形状が長方形状になっていて各角部の角度が90度になっており、隣り合う永久磁石20同士は、これらの永久磁石20が形成する筒の内周側の一部において側端面21が相互に接合されている。したがって、この筒状の磁石群18の外周側においては、各永久磁石20の側端面21間に隙間22が生じている。

【0020】なお、23及び24は渦巻状の板バネであり、25はディスプレイサー8の振幅を制御するためのロッドである。

【0021】以上のように構成される本実施例では、電磁コイル19に交流電流を流すと、交番磁界が発生し、この交番磁界によって、磁石群18を軸方向に動かす力が加わる。この力によって、ピストン15が内部シリンダ7内を軸方向に往復運動する。このため、ピストン15が、ディスプレイサー8の方向に移動すると、ピストン15とディスプレイサー8との間に形成された圧縮室C内の気体は圧縮されて連通孔11、放熱フィン13、再生器10、吸熱フィン12、隙間9を通って内部シリンダ7の先端と先端部6の間の膨張室Eに至ると共に、ディスプレイサー8を押し下げる。一方、ピストン15が、ディスプレイサー8と反対方向に移動すると、圧縮室Cの内部が負圧となり、気体は膨張室Eから隙間9、吸熱フィン12、再生器10、放熱フィン13、連通孔11を通って内部シリンダ7内の圧縮室Cに還流し、これにより、ディスプレイサー8を押し上げる。このような工程中において二つの等温変化と等体積変化とからなる可逆サイクルが行われて、内部シリンダ7の先端外周に取り付けた吸熱フィン12は低温となり、一方、圧縮室Cの外周に設けたフィン13を通して基部4の外周に取り付けた外部放熱フィン14は高温となる。

【0022】このようなスターリングサイクル機関を冷蔵庫として使用する場合には、吸熱フィン12側を庫内側に取り付けて、外部放熱フィン14を庫外に露出させて熱交換するようにすればよい。

【0023】以上のように本実施例においては、平板形状の永久磁石20をピストン15を囲むように配列させて磁石群18を構成するものであるから、永久磁石20を焼結によって成型する際、その型の形状、構造も簡略化できる。また、永久磁石20を平板状に形成することによって大きな平板状の磁石を成型し、これを所定の大きさに切断して駆動機構16に用いる永久磁石20を成型することができるため、永久磁石20の製作加工も極めて容易である。また、平板状の永久磁石20は成型時に反りや歪などの変形も少ないため、歩留まりも良好で生産性にも優れる。このため、安価な平板形状の永久磁石20を用いることができるので、装置全体のコストも削減することができる。また、永久磁石20を平板状とすることで永久磁石20を薄型化でき、ひいては装置を小型化することができ

る。

【0024】また、磁石群18において永久磁石20同士をその側端面21の一部でのみ接合し、これら側端面21間に間隙22を形成したので、永久磁石20同士の接合部近傍において磁界の弱くなる部分が形成され、したがって、電磁コイル19に交番電流を印加すると、電磁コイル19と永久磁石20とで合成される磁界の強さに粗密が生じる。しかも、永久磁石20は、平板状になっていて外周面が平面になっているので、永久磁石20間のみならず、永久磁石20自身と電磁コイル19との間ににおいても磁界に粗密が生じる。このため永久磁石20及び磁石群18は円周方向に回動しようとせずに、磁界の強い位置において軸方向にのみ往復運動するように力が働き、ピストン15もまた板バネ23、24から加わる回転力に抗して軸方向の往復運動のみをするので、ピストン15の回動による振動や騒音が抑えられて、静かで効率の高いスターリングサイクル機関を得ることができる。さらに、筒状の磁石群18を構成する複数の永久磁石20は相互に接合されているので、駆動機構16の駆動力を極力落とさずに済む。

【0025】なお、本実施例では、平板状の永久磁石20をピストン15を囲むように円環状に配列させて磁石群18を構成した例を示したが、図4に示す第2実施例のように、外周面を平面に、内周面を円筒曲面に形成した永久磁石26を用いても良い。この場合、磁石群27は、外周面が正多角筒状に、内周面が円筒状に形成される。

【0026】図5は本発明の第3実施例を示している。この第3実施例は、複数の平板状の永久磁石28同士を、間隔29を置いて筒状に配列することで磁石群30を構成したものである。これにより、この磁石群30の周囲において、永久磁石28同士の間隙部近傍とそれ以外の部分との磁界の強弱差が前記第1実施例よりも大きくなり、磁石群30及びピストンをより一層回動しにくくできる。

【0027】また、図6は本発明の第4実施例を示している。この第4実施例は、前記第1実施例と同様に、複数の略平板状の永久磁石31を、その側端面32の一部を接合させて筒状に配列することにより磁石群33を構成したものである。前記側端面32において接合されているのは、磁石群33が形成する筒の内周側の部分である。そして、本第4実施例においては、永久磁石31の、前記筒の軸方向と直交する断面形状を台形状にしている。この台形は前記筒の内周側が長辺になっており、外周側が短辺になっている。これにより、前記筒の外周側に形成される永久磁石31の側端面32間の間隙34は、前記第1実施例のように永久磁石20が断面長方形である場合に比べてより大きくなる。したがって、この磁石群33の周囲において、永久磁石31同士の間隙部近傍とそれ以外の部分との磁界の強弱差が前記第1実施例よりも大きくなり、磁石群33及びピストンをより一層回動しにくくできる。一方、複数の永久磁石31は相互に接合されているので、前記第3実施例に比べて駆動機構の駆動力を極力落とさ

ずに済む。

【0028】以上、本発明の実施例を詳述したが、本発明は、前記各実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨内で種々の変形が可能である。例えば、前記実施例では、磁石群は12枚の永久磁石によって構成されているが、これ以外の枚数であっても良い。また、前記第2実施例とは逆に、外周面を円筒曲面に、内周面を平面に形成した永久磁石をピストンを囲むように円環状に配列させて磁石群を構成しても良い。さらに、図7に示す第5実施例、図8に示す第6実施例あるいは図9に示す第7実施例のように、磁石群35、36、37を構成する永久磁石38、39、40の外周面および内周面をともに円筒曲面に形成しても良い。なお、第5実施例は、前記第3実施例と同様に永久磁石38間に間隔41を置いたもの、第6実施例は、前記第4実施例と同様に永久磁石39の側端面42を傾斜させたものである。また、第7実施例は、永久磁石40をその側端面内周部において一体にしたものである。また、永久磁石は樹脂混入成形によって成形しても良い。さらに、特に前記第3実施例において、永久磁石28間の間隙を非磁性体により埋めて永久磁石28を連結してもよい。

#### 【0029】

【発明の効果】本発明のスターリングサイクル機関は、ピストンと、このピストンを軸方向に往復駆動する駆動機構と、前記ピストンの往復運動に従動して軸方向に往復運動するディスプレイサーヤり、前記駆動機構が、前記ピストンに固定されると共に筒状に形成された枠と、この枠の一端部に配列した磁石群と、この磁石群の外周側に近接して設けたコイルとで構成され、更に前記磁石群が、前記ピストンを囲むように板状の永久磁石を配列することで構成されると共に、これらの永久磁石間に磁界の弱くなる部分を形成したものであり、コイルに交番電流を印加すると、コイルと永久磁石とで合成される磁界の強さに粗密が生じ、このため永久磁石は円周方向に回動しようとせずに、磁界の強い位置において軸方向にのみ往復運動するように力が働き、ピストンもまた軸方向の往復運動のみをするので、ピストンの回動による振動や騒音が抑えられて、静かで効率の高いスターリングサイクル機関を得ることができる。

【0030】また、本発明のスターリングサイクル機関は、請求項1において、前記磁石群が、前記複数の永久磁石の側端面の一部を接合させて筒状に配列することで構成されているものであり、永久磁石を配列して磁石群を構成したときに、永久磁石同士の接合部近傍においてコイルとの間で合成された磁界が弱くなり、磁石群、ひいてはピストンが円周方向の回動をせずに軸方向の往復運動のみをするので、駆動機構の駆動力を極力落とさずに、静かで効率の高いスターリングサイクル機関を得ることができる。

【0031】また、本発明のスターリングサイクル機関

は、請求項1において、前記磁石群が、前記複数の永久磁石同士を間隔を置いて筒状に配列することで構成されているものであり、永久磁石を配列して磁石群を構成したときに、永久磁石同士の間隙部近傍において磁界が弱くなり、磁石群、ひいてはピストンが円周方向の回動をせずに軸方向の往復運動のみをするので、磁界の強弱差がより大きくなつて、より一層回動しにくくできる。

【0032】更に本発明のスターリングサイクル機関は、請求項1から3のいずれかにおいて、少なくとも前記永久磁石の外周面が平面に形成されているものであり、磁石群を安価に構成できるばかりでなく、永久磁石間のみならず、永久磁石自身とコイルとの間においても磁界に粗密が生じるため、より一層磁石群、ひいてはピストンを回動しにくくできる。

【0033】更に本発明のスターリングサイクル機関は、請求項1から4のいずれかにおいて、前記ピストンが渦巻状の板バネ等に連結されているものであるが、この場合往復動する際に軸に対して回転運動する方向の分力を生ずるため、ピストンの直線往復運動に伴ってこのピストンを回転運動させる力が加わりやすいので、前述のように磁界によりピストンの回動を防止できることは効果的である。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示す断面図である。

【図2】 同上A-A断面図である。

【図3】同上永久磁石の斜視図である

【図4】本発明の第2実施例を示す永久磁石の斜視図である

【図5】本発明の第3実施例を示す永久磁石の正面図である。

【図6】本発明の第4実施例を示す永久磁石の正面図である。

【図7】本発明の第5実施例を示す永久磁石の正面図である。

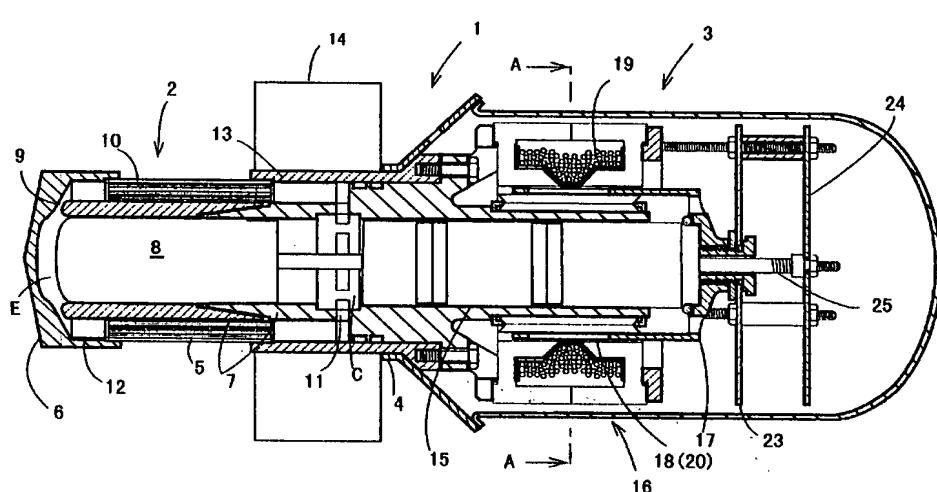
【図8】本発明の第6実施例を示す永久磁石の正面図である

【図9】本発明の第7実施例を示す永久磁石の正面図である

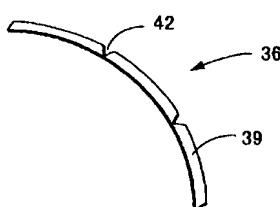
### 【符号の説明】

8 ディスプレイサー  
 15 ピストン  
 16 駆動機構  
 17 枠  
 20 18、27、30、33、35、36、37 磁石群  
 19 電磁コイル  
 20、26、28、31、38、39、40 永久磁石  
 23 板バネ

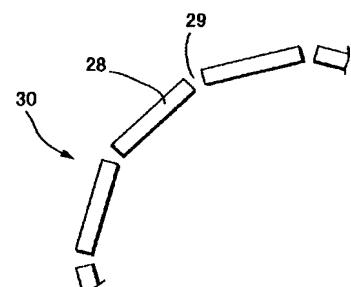
【圖 1】



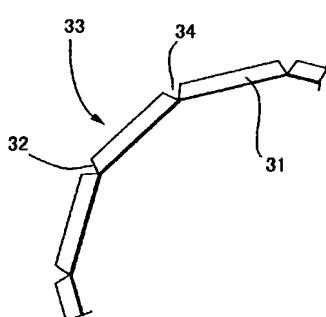
〔图8〕



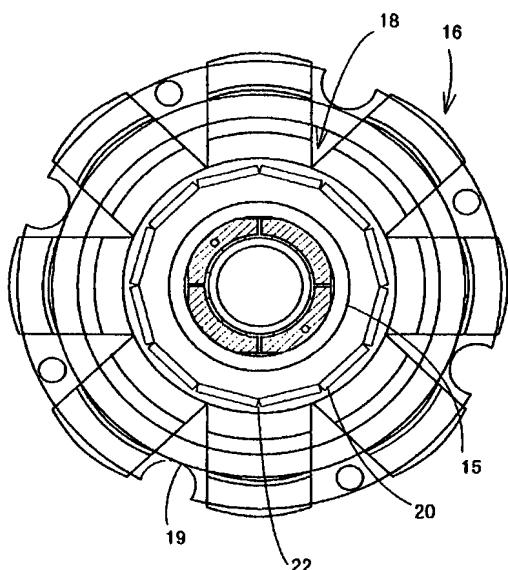
【図5】



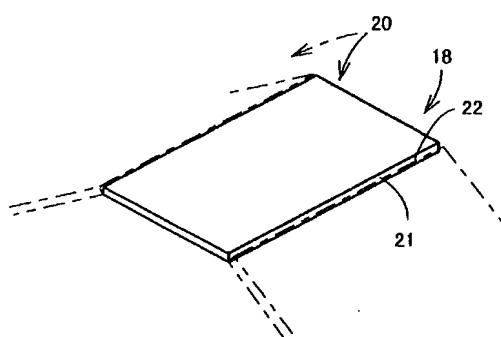
【圖 6】



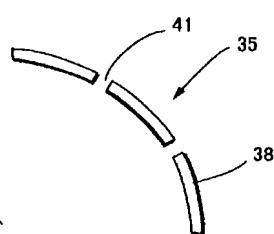
【図2】



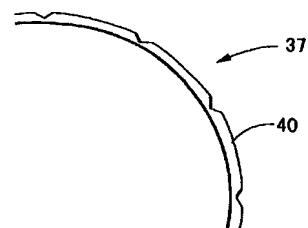
【図3】



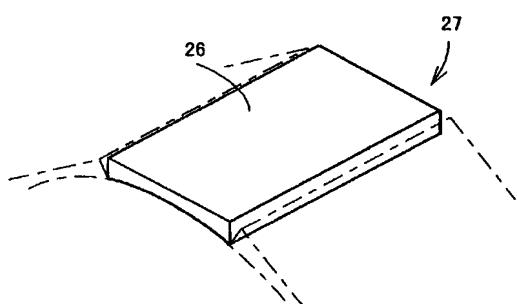
【図7】



【図9】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 壮志

新潟県西蒲原郡吉田町大字西太田字潟向  
2084番地2 ツインバード工業株式会社内

F ターム(参考) 3J044 AA05 AA20 CC30 DA20